

VI-211 ファジィ理論を用いたトンネル換気システムの計測項目の選定

清水建設（株）	正会員	名古屋支店	土木技術部	○黒田英高
同 上	正会員	土木本部	技術第1部	河野重行
同 上	正会員	大崎研究室		岩城英朗
同 上		土木本部	技術第2部	和田利彦

1.はじめに

トンネル工事は施工機械、施工法など近年種々の合理化がはかられてきているが、作業環境や労働安全衛生面についてみると、多くの改善の余地を残している。特に3K追放が叫ばれている昨今、安全面はもちろんのこと、人間尊重の面からも作業環境の改善をはかることは建設業の将来にとって重要な課題である。このような観点から、筆者らは特に作業環境の改善を目指して、トンネルの換気システムにファジィ制御を導入することを考えた。作業環境のうち、有毒ガス、粉塵等については濃度を計測することによって従来のシステムでも対応が可能であるが、「快適な」作業環境実現のためにはこれらだけでは不十分であり、さらに人間の感覚に基づいた制御が必要となってくる。このような制御を効率的に行うことは従来制御では困難であり、ファジィ制御が適していると考えられる。ここではこのような目的に沿って、トンネルの換気制御を効率的に行うために必要な計測項目について検討した。

2.計測項目の選定

効率的に制御を行うためには、計測項目を適切に選定することが重要である。坑内環境に影響する種々の要因のうち、人間尊重を重視したシステムの構築を目指すためにも、有毒ガス、粉塵等を除去するとともに、不快感・不安感といった人間の五感に基づく要因についてもファジィ理論を介してシステムの制御パラメータに取り入れ、作業環境の向上をはかることが必要である。

これに対して、従来の換気システムでは代表として粉塵量を検知し、粉塵濃度に基づいて制御されるが、たとえば坑内温度が上昇しても、換気システムの制御には影響せず、その結果、作業環境は悪化する。

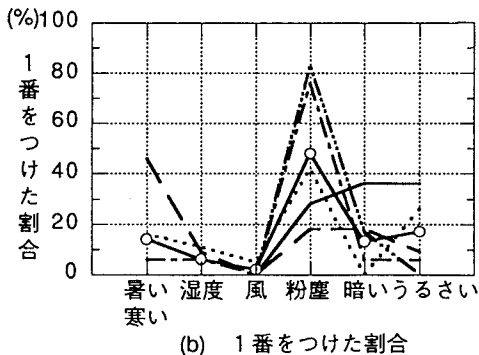
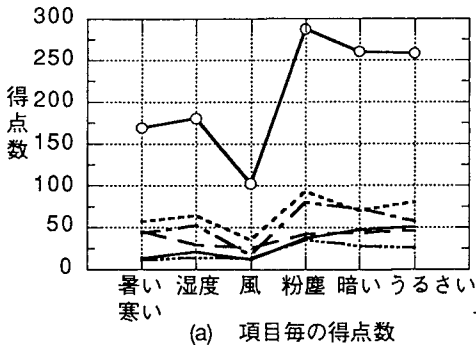
ここでは、有害物質としては、CO、粉塵を計測することとしたが、選定理由等の報告は紙面の都合上省略する。つぎに、人間の感覚にもとづいて制御を行うため、実際に現場の作業環境として何が問題かを調べることにし、トンネルの施工現場5箇所（N, K, S, M, Gの各トンネル現場）で図-1に示すようなアンケート調査を実施した。アンケート項目は「体感」に関するもの6項目で、かつ計測項目との対応がとりやすいように配慮し、各項目について当該現場で最も気になる順、あるいは環境として重要と思う順に番号をつけてもらった。各項目に対応する計測項目は、それぞれ温度、湿度、風量・風速、粉塵、照度・透過率、騒音である。

アンケートの結果を図-2に示す。集計方法は、つけてもらった順位1～6に対してそれぞれ6点～1点の得点を付け、項目毎に集計した。データ総数は63である。図-2(a)は項目毎の得点の集計結果、(b), (c)はそれぞれ各項目で1番および2番がついた割合を示す。図-2より、各項目に対する得点はどの現場においても同じような傾向にあることがわかる。すなわち、作業環境として最も問題になるのは「粉塵」であり、2番目が「暗い」、3番目が「うるさい」、4番目が「暑い・寒い」および「湿度」、5番目が「風」である。これらの問題点のうち、「粉塵」は有害物質としても計測項目に含まれている。「暗い」の原因としては、粉塵や水蒸気等による視距の不足、照明の不足等があげられる。したがって、換気的面からいえば、1番目の「粉塵」を除去することによって改善されると考えられ、さらに換気システムとは別であるが、照明にも配慮することにより対応することとした。また、「うるさい」という項目については、その原因としてダンプやその他重機の騒音等があげられるが、これらは換気システムの対象外であるので、換気にサイレントファンを用いることで対処することとした。「暑い・寒い」および「湿度」についてはそれぞれ温度・湿度を計測して対応する。風量・風速についてはそれほど問題はないようである。

以上のことより、ファジィ制御に用いる計測項目としては、CO、粉塵、温度、湿度の4項目が適当と考えられ、センサーとしてCO計、粉塵計、温度計、湿度計を坑内に設置することとした。これら4項目の計測値からファジィ理論によって最適な換気風量が出力される。

3. おわりに

従来の換気システムにおいては、換気量は有害ガスや粉塵の規制値をもとに制御されているが、ここでは、これらの規制値をクリアするとともに、ファジィの特長を生かし、より「快適」な作業環境を実現する制御システム開発のための計測項目について実際の現場の声をもとに検討を行った。なお、ファジィ理論を用いたトンネル換気制御システムについては別途報告する。



坑内環境に関するアンケート

- あなたの現場名は何ですか？ _____ 作業所
- 今日は、いつですか？ 平成3年 ____ 月 ____ 日
- あなたの仕事は？ _____
- あなたの年齢は？ _____
- 今の仕事をどれくらいやっていますか？ _____ 年
- つぎの環境のなかで、あなたが最も気に入る、または最も大事であると思う順に番号をつけて下さい。ただし、同じ番号を2つ以上つけないで下さい。
 番号 _____ ファンが強くて寒すぎたり、風がなくて暑すぎる。
 番号 _____ 湿度が高くて、不快である。
 番号 _____ 風が強すぎる。
 番号 _____ ふんじん等で、見通しが悪い。
 番号 _____ 暗くて、危ない。
 番号 _____ うるさくて、あまり聞こえない。
 ありがとうございました。環境の件で、他に要望やご意見があれば、教えて下さい。

図-1 坑内環境に関するアンケート

—— Nトンネル --- Mトンネル ---- Sトンネル
 ---- Kトンネル - - - Gトンネル ○ 全体

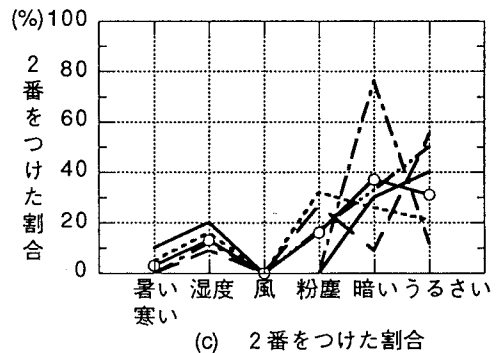


図-2 アンケート結果

参考文献：[1] 原田実、地下工事の換気・集じんの知識、鹿島出版会、1985.

[2] 建設業労働災害防止協会、新版ざい道工事等における換気技術指針（設計及び保守管理）、1991.